

· 临床论著 ·

两种股骨颈骨折内固定方式的近期疗效比较[△]

周东, 郭卫中, 吴舒婷, 王磊, 刘斯辉, 苏郁*

(福建医科大学附属闽东医院, 福建宁德 355000)

摘要: [目的] 比较股骨颈系统 (femoral neck system, FNS) 与倒三角空心螺钉 (inverted cannulated cancellous screws, ICCS) 治疗股骨颈骨折的近期临床疗效。[方法] 回顾性分析 2018 年 1 月—2021 年 3 月应用内固定术治疗的股骨颈骨折 73 例患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 33 例采用 FNS 内固定, 40 例采用 ICCS 内固定。比较两组围手术期、随访与影像结果。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 术中无神经、血管损伤等严重并发症。两组手术时间、切口总长度、术中失血量、住院时间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。FNS 组透视次数及下地活动时间显著优于 ICCS 组 ($P<0.05$)。患者随访时间平均 (17.91 ± 3.63) 个月, FNS 组完全负重活动时间显著早于 ICCS 组 ($P<0.05$)。术后随时间推移, 两组患者 VAS 评分均显著降低 ($P<0.05$); 而髋伸屈 ROM、髋内外旋 ROM、Harris 评分显著增加 ($P<0.05$); 末次随访时 FNS 组的 VAS 评分显著优于 ICCS 组 ($P<0.05$); 相应时间点 FNS 组的 Harris 评分均显著优于 ICCS 组 ($P<0.05$)。影像方面, 两组间复位 Garden 指数差异无统计学意义 ($P>0.05$), 但是, FNS 骨折愈合时间、股骨颈短缩方面显著优于 ICCS 组; 两组颈干角、Tönnis 髋 OA 分级、骨不连、内固定失败和股骨头坏死发生率差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] FNS 治疗股骨颈骨折具有固定稳定性强、髋关节功能恢复好、骨折愈合快的优点。

关键词: 股骨颈骨折, 股骨颈动力交叉钉系统, 倒三角空心螺钉, 内固定

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 16-1451-06

Comparison of short-term clinical outcomes of two internal fixation methods for femoral neck fractures // ZHOU Dong, GUO Wei-zhong, WU Shu-ting, WANG Lei, LIU Si-hui, SU Yu. Ningde Mindong Hospital, Ningde 355000, China

Abstract: [Objective] To compare the short-term clinical outcomes of femoral neck system (FNS) versus inverted cannulated cancellous screw (ICCS) for femoral neck fractures. [Methods] A retrospective study was done on 73 patients who received internal fixation for femoral neck fracture from January 2018 to March 2021. According to preoperative doctor-patient communication, 33 patients were treated with FNS, while the remaining 40 patients were with ICCS. The perioperative, follow-up and imaging results were compared between the two groups. [Results] All the patients in both groups were operated on successfully without neurovascular injury and other serious complications. Although there were no significant differences in operative time, total incision length, intraoperative blood loss and hospital stay between the two groups ($P>0.05$), the FNS group proved significantly superior to the ICCS group in terms of intraoperative times of fluoroscopy and postoperative ambulation time ($P<0.05$). The follow-up period lasted for (17.91 ± 3.63) months on an average, and the FNS group resumed full-weight-bearing activity significantly earlier than the ICCS group ($P<0.05$). The VAS scores decreased significantly ($P<0.05$), while the hip extension and flexion range of motion (ROM), hip internal and external rotation ROM, and Harris score significantly increased in both groups over time after surgery ($P<0.05$). The FNS group was significantly superior to the ICCS group in terms of VAS score at the latest follow up ($P<0.05$), and Harris score at all corresponding time points postoperatively ($P<0.05$). Radiographically, there was no a statistically significant difference in Garden alignment index between the two groups postoperatively ($P>0.05$), but FNS proved significantly superior to ICCS group in terms of fracture healing time and femoral neck shortening ($P<0.05$). In addition, there were no significant differences between the two groups in terms of neck-shaft angle, Tönnis hip osteoarthritis grade, as well as incidences of bone nonunion, internal fixation failure and femoral head necrosis ($P>0.05$). [Conclusion] The FNS for internal fixation of femoral neck fracture takes the advantages of strong fixation stability, good recovery of hip function and fast fracture healing.

Key words: femoral neck fracture, femoral neck system, inverted cannulated cancellous screw, internal fixation

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.16.03

[△]基金项目:福建省科技厅自然科学基金项目(编号:2020J011339)

作者简介:周东,主治医师,硕士学位,研究方向:创伤骨科,(电话)18359185890,(电子信箱)18359185890@139.com

*通信作者:苏郁,(电话)13706937359,(电子信箱)suyu6518@163.com

股骨颈骨折是骨科临床中的常见疾病之一，可发生于任何年龄。老年人均存在不同程度的骨质疏松，当重度骨质疏松者受到较小外力时，容易发生股骨颈骨折，所以股骨颈骨折以老年人居多。随着车祸、高处坠落伤等高能外伤的增多，青壮年股骨颈骨折的发病率也在不断增加。手术治疗已经成为治疗股骨颈骨折的共识。一般认为，对65岁以下的患者可行内固定治疗，对65岁以上的患者可行全髋关节置换或半髋关节置换手术^[1]。但是，由于人工髋关节置换术后随着使用时间的增加，髋关节功能逐渐下降，并且因感染或无菌性松动等，而可能面临一次甚至多次的人工髋关节翻修术，从而增加患者的经济负担及肢体受损。对于全身状况良好、预期寿命较长，骨质质量尚好的无移位或轻度移位的老年患者和年轻患者，建议首选内固定治疗^[2]。成功的保髋内固定手术将更好地促进髋关节功能恢复，一旦保髋失败，二期翻修更容易。而何种内固定方式能更好地维持骨折端稳定性、促进骨折愈合，避免和减少股骨头坏死、骨不连、内固定失败等并发症，目前尚无统一意见^[3]。虽然3枚空心螺钉内固定是目前治疗股骨颈骨折的“金标准”，但常发生切割、松动、退钉等并发症^[4]。2017年瑞士Stoffel等^[5]研发了股骨颈系统（femoral neck system, FNS）。FNS治疗股骨颈骨折，很少出现切割、松动、退钉的现象。然而，很少有研究比较FNS和倒三角空心螺钉（inverted cannulated cancellous screws, ICCS）治疗股骨颈骨折的疗效。本研究旨在比较FNS组和ICCS组治疗股骨颈骨折的近期疗效，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）单侧新鲜股骨颈骨折；（2）采用FNS或ICCS内固定治疗；（3）年龄>18岁。

排除标准：（1）陈旧或病理性股骨颈骨折；（2）伴同侧股骨干骨折或合并伤影响患肢功能锻炼；（3）开放性骨折；（4）年龄>75岁；（5）重度骨质疏松者。

1.2 一般资料

回顾性分析2018年1月—2021年3月单侧新鲜股骨颈骨折患者的临床资料，共73例符合上述标准，纳入本研究。根据术前医患沟通结果，33例采用FNS内固定；40例采用ICCS内固定。两组患者一般资料比较见表1，两组年龄、性别、体质量指数

（body mass index, BMI）、损伤至手术时间、侧别、骨折类型差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。本研究已获得宁德市闽东医院医学伦理委员会批准（2021101502K），所有患者均知情同意并签署知情同意书。

表1 两组患者术前一般资料与比较

指标	FNS组 (n=33)	ICCS组 (n=40)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	53.03±10.27	52.03±12.53	0.695
性别(例, 男/女)	16/17	16/24	0.488
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	22.71±1.38	22.19±1.97	0.109
损伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$)	4.33±2.03	5.48±3.54	0.246
侧别(例, 左/右)	16/17	14/26	0.339
部位(例, 头下/经颈/基底)	7/21/5	7/29/4	0.695
Garden分型(例, II/III/IV)	3/27/3	4/35/1	0.468
Pauwels分型(例, I/II/III)	1/15/17	1/17/22	0.953

1.3 手术方法

麻醉成功后仰卧于骨科牵引床，患侧臀部垫高，固定健肢后，进行患肢侧方和纵向牵引后内收、内旋，C形臂X线机透视下显示骨折复位满意后固定患肢，根据Garden对线指数判断复位效果^[6]，若闭合复位不满意，则需切开复位。

FNS组：经皮从大转子尖部置入1枚2.5 mm克氏针临时固定股骨头，在患肢大腿上段外侧大转子下方正中做长约4 cm的纵行切口，切开皮肤、皮下组织、髂胫束，沿股骨外侧肌中间纵行劈开至股骨表面，暴露股骨上段及股骨大转子。在定位杆的协助下，于股骨大粗隆下2 cm置入动力棒导针，透视下见动力棒导针正、侧位均位于股骨颈中心并穿过骨折断端至股骨头软骨下0.5 cm，沿导针插入手柄组合件。用髓腔钻沿动力棒导针方向钻孔，置入动力棒和接骨板，沿横向保护套钻孔、测深，旋入1枚横锁螺钉，钢板与股骨干固定。沿斜向套筒钻孔，旋入1枚抗旋螺钉，取出克氏针，放松牵引，逆向旋转加压螺母行骨折断端加压，透视下见骨折对位对线好、内固定物位置满意。最后取出手柄，冲洗、缝合切口。

ICCS组：于粗隆下方5 cm处行长约1 cm小切口，分离显露股骨粗隆下部外侧。于股骨粗隆下外侧平小粗隆水平为进针点，与股骨干纵轴呈135°置入导针至股骨头软骨下0.5 cm。再于第1枚导针近侧前、后相隔2 cm各行长约1 cm小切口，平行于第1枚导针，再置入2枚导针，3枚导针呈倒三角分布。透视下见导针位置好。测量导针深度，用空心钻扩

口，沿导针各置入3枚直径为7.5 mm的空心松质螺钉，C形臂X线机透视见骨折对线对位好、内固定物位置满意，最后取下克氏针，冲洗、缝合切口。

1.4 评价指标

记录两组围手术期资料，包括手术时间、切口总长度、术中失血量、透视次数、下地时间、住院时间和早期并发症发生情况。采用完全负重活动时间、VAS评分、髋伸屈ROM、髋内外旋ROM、Harris评分^[7]评价临床效果。行影像检查，记录复位Garden指数^[6]、颈干角、股骨颈短缩、骨折愈合时间、Tönnis髋OA分级^[8]。股骨颈短缩程度分为：轻度<5 mm；中度5~10 mm；重度>10 mm^[9]。对发生内固定物松动、断裂者均认定为内固定失败。骨不连和股骨头坏死的判断标准参照Dhar等和Slobogean等的标准^[10, 11]。

1.5 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本t检验，组内时间点间比较采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。等级资料两组比较采用Mann-Whitney U检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术，术中无神经、血管损伤等严重并发症。两组围手术期资料见表2，两组手术时间、切口总长度、术中失血量、住院时间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。FNS组透视次数显著少于ICCS组($P < 0.05$)。FNS组下地活动时间显著早于ICCS组($P < 0.05$)。所有患者手术切口均甲级愈合，无切口感染、下肢深静脉血栓形成等并发症。

表2 两组患者围手术期资料($\bar{x} \pm s$)与比较

指标	FNS组 (n=33)	ICCS组 (n=40)	P值
手术时间 (min)	83.12±26.52	70.58±19.44	0.067
切口总长度 (cm)	5.58±4.51	5.18±4.61	0.536
透视次数 (次)	9.73±1.72	21.03±2.80	<0.001
术中失血量 (ml)	67.88±60.05	64.08±59.09	0.204
下地时间 (d)	13.61±2.24	20.55±2.26	<0.001
住院时间 (d)	20.18±23.12	17.25±6.33	0.286

2.2 随访结果

所有患者均获得随访，随访时间平均(17.91±3.63)个月。随访过程中，FNS组33例中均无疼痛与功能障碍加剧者，无翻修手术者。ICCS组40例中，3例髋部疼痛加剧，影像证实为骨不连或股骨头坏死，其中1例行THA术，无翻修手术者。

FNS组恢复完全负重活动时间显著早于ICCS组($P < 0.05$)。术后随时间推移，两组患者VAS评分均显著降低($P < 0.05$)；而髋伸屈ROM、髋内外旋ROM及Harris评分显著增加($P < 0.05$)。术后1、6个月两组间VAS评分的差异无统计学意义($P > 0.05$)，但是末次随访时FNS组的VAS评分显著优于ICCS组($P < 0.05$)；相应时间点两组间的髋伸屈ROM、髋内外旋ROM差异均无统计学意义($P > 0.05$)；但相应时间点，FNS组的Harris评分均显著优于ICCS组($P < 0.05$)。

2.3 影像评估

两组患者影像测量结果见表4，术后影像显示两组间Garden对线指数的差异无统计学意义($P > 0.05$)，均达到满意复位。随术后时间推移，FNS组的颈干角无显著改变($P > 0.05$)，而ICCS组的颈干角呈减小趋势，差异有统计学意义($P < 0.05$)；相应时间点，两组间颈干角的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。FNS组影像骨折愈合时间显著早于ICCS组($P < 0.05$)。随术后时间推移，两组的Tönnis髋OA分级均稍有加重，但差异均无统计学意义，相应时间点两组间Tönnis髋OA分级差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

至末次随访，FNS组股骨颈短缩发生率显著低于ICCS组($P < 0.05$)，两组间骨不连、内固定失败和股骨头坏死发生率的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组典型影像见图1、2。

3 讨论

股骨颈骨折的预后主要取决于患者的年龄、身体状况、骨折类型、复位质量和内固定物的稳定性^[12]，其中骨折复位质量和内固定物的选择是医师能够干预的。在股骨颈骨折良好复位的基础上，最重要的影响因素是内固定方式的选择。Gozna^[13]认为股骨颈骨折内固定必须满足三方面要求：(1)抵抗加之骨折线上的剪力；(2)抵抗其弯应力；(3)容许加之轴心之应力。本研究结果显示FNS和ICCS均可用于股骨颈骨折的内固定治疗。

表 3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	FNS 组 (n=33)	ICCS 组 (n=40)	P 值
完全负重活动时间 (d)		4.27±1.23	5.30±1.94	<0.001
VAS 评分 (分)	术后 1 个月	5.15±1.09	4.83±1.08	0.187
	术后 6 个月	3.45±1.20	3.43±1.20	0.977
	末次随访时	2.03±1.49	2.73±1.32	0.040
	P 值	<0.001	<0.001	
髋伸屈 ROM (°)	术后 1 个月	118.18±5.70	117.58±4.77	0.571
	术后 6 个月	129.15±8.16	128.10±6.53	0.488
	末次随访时	144.03±9.94	141.78±9.59	0.690
	P 值	<0.001	<0.001	
髋内外旋 ROM (°)	术后 1 个月	78.12±4.02	76.68±4.73	0.304
	术后 6 个月	87.03±4.84	84.63±5.06	0.063
	末次随访时	93.18±4.78	91.35±5.66	0.168
	P 值	<0.001	<0.001	
Harris 评分 (分)	术后 1 个月	51.52±7.94	44.88±3.98	0.002
	术后 6 个月	74.12±5.48	69.53±5.82	0.002
	末次随访时	89.67±2.04	83.68±2.02	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	



图 1 患者,女,51 岁,左侧股骨颈骨折,行 FNS 内固定术治疗 1a: 左髋关节正位 X 线片示左侧股骨颈骨折 1b: 术后第 2 d 正位 X 线片示骨折复位满意, FNS 置入位置良好 1c: 术后第 2 d 侧位 X 线片示骨折复位满意, FNS 置入位置良好



图 2 患者,女,56 岁,右股骨颈骨折,行 ICCS 内固定术治疗 2a: 右髋关节正位 X 线片示右侧股骨颈骨折 2b: 术后第 2 d 正位 X 线片示骨折复位满意, ICCS 置入位置良好 2c: 术后第 2 d 侧位 X 线片示骨折复位满意, ICCS 置入位置良好

表 4 两组影像评估结果与比较

指标	时间点	FNS 组 (n=33)	ICCS 组 (n=40)	P 值
Garden 对线指数 (例, I/II/III/IV)		17/16/0/0	21/19/0/0	0.934
颈干角 (°, $\bar{x} \pm s$)	术后 1 个月	135.61±4.76	134.92±4.05	0.471
	术后 6 个月	133.98±4.24	133.25±4.44	0.482
	末次随访时	133.14±3.99	132.10±4.61	0.355
	P 值	0.068	0.017	
骨折愈合时间 [例 (%)]	<12 周	7 (21.21)	2 (5.00)	<0.001
	12~16 周	25 (75.76)	23 (57.50)	
	≥16 周	1 (3.03)	15 (37.50)	
Tönnis 髌 OA 分级 (例, 0/1/2/3)	术后 1 个月	33/0/0/0	40/0/0/0	ns
	术后 6 个月	33/0/0/0	38/2/0/0	0.196
	末次随访时	32/1/0/0	36/1/2/1	0.229
	P 值	0.372	0.067	
不良影像改变	骨不连 (例, 是/否)	1/32	3/37	0.407
	股骨颈短缩 (例, 无或轻/中度/重度)	24/8/1	19/12/9	0.013
	内固定失败 (例, 是/否)	0/33	4/36	0.064
	股骨头坏死 (例, 是/否)	0/33	3/37	0.111

FNS 包括动力棒、抗旋转螺钉、接骨板, 具有以下优势: (1) 动力棒的圆柱形设计, 在置入物置入过程中保持骨折复位, 提供成角稳定性, 置入物在设计上力求取消外侧突出, 股骨颈短缩时, 动力棒可提供 20 mm 的滑动加压空间, 在股骨颈骨折断端吸收的过程中可以完成骨折断端的再次接触, 从而促进骨折的愈合, 这与本研究结果一致; (2) 抗旋螺钉提供了旋转和整体的生物力学稳定性, 避免了“Z”字效应对股骨头的切割。最近发表的生物力学评估和有限元分析也支持 FNS 提供更好的力学稳定性, 并能有效抵抗垂直骨折^[5, 14]。本研究中 FNS 组患者下地及完全负重活动时间早于 ICCS 组, 表明 FNS 生物力学稳定性强; (3) 接骨板也提供成角稳定性, 因其更小的占位面积只需在小切口下部分切开股外侧肌, 避免了臀中肌肌腱损伤和术后臀中肌激惹, 达到微创操作的目的; (4) 术中使用单根中央定位导针引导插入手柄组件将置入物置入, 简化了手术操作, 透视暴露少, 在本研究中也得到证实; (5) 整套装置减小了对股骨颈内骨量和股骨头血供的破坏, 有利于股骨颈骨折的愈合。股骨头缺血坏死和骨折不愈合被认为是股骨颈骨折术后两大并发症^[15], 而股骨颈骨折后股骨头坏死的主要原因是股骨头血流障碍^[16, 17]。手术技术和置入物的改进对股骨颈骨折的治愈率有了很大的提高, 股骨头坏死的发生率却并没有相应减少^[18-20]。FNS 能否降低股骨头缺血性坏死的发生率目前尚不清

楚。

本研究中 ICCS 组 3 枚平行排列的空心螺钉在维持骨折断端的持续加压作用过程中, 虽然促进了骨折愈合, 也造成了股骨颈严重短缩的不良后果。术者主观因素和客观因素容易影响这 3 枚空心螺钉螺钉的位置, 由于其互相之间没有联系, 使其抗垂直剪切和扭转能力较差, 可能导致骨折端松动、再移位、股骨头坏死、骨不连、股骨颈短缩^[21, 22]。蔡春水等^[23]发现空心钉组有多达 51.43% 的患者出现股骨颈短缩。研究结果显示 FNS 组股骨颈短缩小于 ICCS 组, 这可能与 FNS 提高了滑动加压机制的能力和具有较好的机械稳定性、剪切阻力有关。Zlowodzki 等^[24]报道使用多枚空心螺钉时股骨颈短缩的发生率很高 (30%), 股骨颈短缩对患者的髌关节功能有显著的负面影响。张华亮等^[25]也发现空心钉组骨折愈合时间长、髌关节功能 Harris 评分较低。本研究结果也证实了 FNS 组患者骨折愈合快、髌关节功能恢复更好。

本研究也存在一些局限性: (1) 回顾性研究设计可能导致了选择偏差; (2) FNS 组随访时间较短, 可能会对临床结果产生影响; (3) 所有患者并非同一术者, 因手术技术不同可能会影响治疗结果。因此, 尚需更大的多中心随机对照试验和更长的随访, 以验证本研究的结果。

综上所述, 对于股骨颈骨折的内固定治疗, FNS 具有术中透视暴露少、稳定性好、髌关节功能恢复

好、骨折愈合快的优点，近期临床疗效良好。

参考文献

- [1] 张英泽. 股骨颈骨折治疗方案选择策略与进展 [J]. 中国骨伤, 2015, 28 (9): 781-783.
- [2] 顾小明, 黄立新. 股骨颈骨折空心加压螺钉内固定后股骨头坏死分析 [J]. 实用骨科杂志, 2014, 20 (10): 900-905.
- [3] Wang T, Sun JY, Zha GC, et al. Analysis of risk factors for femoral head necrosis after internal fixation in femoral neck fractures [J]. Orthopedics, 2014, 37 (12): e1117-1123.
- [4] 许新忠, 常青, 余水生, 等. 股骨颈系统固定治疗股骨颈骨折的近期疗效分析 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2020, 22 (7): 624-627.
- [5] Stoffel K, Zderic I, Gras F, et al. Biomechanical evaluation of the femoral neck system in unstable pauwels III femoral neck fractures: a comparison with the dynamic hip screw and cannulated screws [J]. J Orthop Trauma, 2017, 31 (3): 131-137.
- [6] Garden RS. Malreduction and avascular necrosis in sub-capital fractures of the femur [J]. J Bone Joint Surg Br, 1971, 53 (2): 183-197.
- [7] 李强, 罗先正, 王志义, 等. 人工髋关节置换术后评估方法的研究 [J]. 中华骨科杂志, 2001, 21 (12): 721-725.
- [8] Kovalenko B, Brenjit P, Fernando N. Classifications in brief: Tönnis classification of hip osteoarthritis [J]. Clin Orthop, 2018, 476 (476): 1680-1684.
- [9] Zlowodzki M, Brink O, Switzer J, et al. The effect of shortening and varus collapse of the femoral neck on function after fixation of intra-capsular fracture of the hip: a multi-centre cohort study [J]. J Bone Joint Surg Br, 2008, 90 (11): 1487-1494.
- [10] Dhar SA, Gani NU, Butt MF, et al. Delayed union of an operated fracture of the femoral neck [J]. J Orthop Traumatol, 2008, 9 (2): 97-99.
- [11] Slobogean GP, Stockton DJ, Zeng B, et al. Femoral neck fractures in adults treated with internal fixation: a prospective multicenter Chinese cohort [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2017, 25 (4): 297-303.
- [12] Smyth EH, Shah VM. The significance of good reduction and fixation in displaced subcapital fractures of the femur [J]. Injury, 1974, 5 (3): 197-209.
- [13] Gozna ER. Biomechanics of musculaskeletal injury [M]. London: Williams and Wilkins, 1982: 102.
- [14] Fan Z, Huang Y, Su H, et al. How to choose the suitable FNS specification in young patients with femoral neck fracture: a finite element analysis [J]. Injury, 2021, 52 (8): 2116-2125.
- [15] 李卫哲, 庄瑞卓, 贾军, 等. 股骨颈骨折术后空心钉脱出与中期并发症的关系 [J]. 中国矫形外科杂志, 2011, 19 (6): 455-458.
- [16] Kregor PJ. The effect of femoral neck fractures on femoral head blood flow [J]. Orthopedics, 1996, 19 (12): 1031-1036.
- [17] Trueta J, Harrison MH. The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man [J]. J Bone Joint Surg Br, 1953, 35 (3): 442-461.
- [18] Nikolopoulos KE, Papadakis SA, Kateros KT, et al. Long-term outcome of patients with avascular necrosis after internal fixation of femoral neck fractures [J]. Injury, 2003, 34 (7): 525-528.
- [19] Lee KB, Howe TS, Chang HC. Cancellous screw fixation for femoral neck fractures: one hundred and sixteen patients [J]. Ann Acad Med Singapore, 2004, 33 (2): 248-251.
- [20] Maurer SG, Wright KE, Kummer FJ, et al. Two or three screws for fixation of femoral neck fractures [J]. Am J Orthop, 2003, 32 (9): 438-442.
- [21] Basso T. Internal fixation of fragility fractures of the femoral neck [J]. Acta Orthop, 2015, 86 (361): 1-36.
- [22] Saglam N. Biomechanical comparison of antirotator compression hip screw and cannulated screw fixations in the femoral neck fractures [J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2014, 48 (2): 196-201.
- [23] 蔡春水, 刘燕洁, 林超文. 空心螺钉与动力髋螺钉治疗股骨颈骨折的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25 (22): 2038-2041.
- [24] Zlowodzki M, Ayeni O, Petrisor BA, et al. Femoral neck shortening after fracture fixation with multiple cancellous screws: incidence and effect on function [J]. J Trauma, 2008, 64 (1): 163-169.
- [25] 张华亮, 曾剑文, 谢建军, 等. 两种手术方法治疗青壮年股骨颈骨折的疗效分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22 (24): 2215-2218.

(收稿:2021-12-01 修回:2022-05-30)

(同行评议专家: 侯存强)

(本文编辑: 郭秀婷)